



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Rotating electrical machines –
Part 1: Rating and performance**

**Machines électriques tournantes –
Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.160.01

ISBN 978-2-8322-4210-0

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD	6
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	10
4 Duty	15
4.1 Declaration of duty	15
4.2 Duty types	16
4.2.1 Duty type S1 – Continuous running duty	16
4.2.2 Duty type S2 – Short-time duty	17
4.2.3 Duty type S3 – Intermittent periodic duty	17
4.2.4 Duty type S4 – Intermittent periodic duty with starting	18
4.2.5 Duty type S5 – Intermittent periodic duty with electric braking	20
4.2.6 Duty type S6 – Continuous operation periodic duty	21
4.2.7 Duty type S7 – Continuous operation periodic duty with electric braking	22
4.2.8 Duty type S8 – Continuous operation periodic duty with related load/speed changes	22
4.2.9 Duty type S9 – Duty with non-periodic load and speed variations	24
4.2.10 Duty type S10 – Duty with discrete constant loads and speeds	24
5 Rating	26
5.1 Assignment of rating	26
5.2 Classes of rating	26
5.2.1 Rating for continuous running duty	26
5.2.2 Rating for short-time duty	26
5.2.3 Rating for periodic duty	26
5.2.4 Rating for non-periodic duty	27
5.2.5 Rating for duty with discrete constant loads and speeds	27
5.2.6 Rating for equivalent loading	27
5.3 Selection of a class of rating	27
5.4 Allocation of outputs to class of rating	28
5.5 Rated output	28
5.5.1 DC generators	28
5.5.2 AC generators	28
5.5.3 Motors	28
5.5.4 Synchronous condensers	28
5.6 Rated voltage	28
5.6.1 DC generators	28
5.6.2 AC generators	29
5.7 Co-ordination of voltages and outputs	29
5.8 Machines with more than one rating	29
6 Site conditions	29
6.1 General	29
6.2 Altitude	29
6.3 Maximum ambient air temperature	29
6.4 Minimum ambient air temperature	30
6.5 Water coolant temperature	30
6.6 Standstill, storage and transport	30

6.7	Purity of hydrogen coolant	30
7	Electrical operating conditions	30
7.1	Electrical supply.....	30
7.2	Form and symmetry of voltages and currents	31
7.2.1	AC motors	31
7.2.2	AC generators	32
7.2.3	Synchronous machines.....	32
7.2.4	DC motors supplied from static power converters	33
7.3	Voltage and frequency variations during operation	34
7.4	Three-phase a.c. machines operating on unearthed systems	36
7.5	Voltage (peak and gradient) withstand levels	36
8	Thermal performance and tests	37
8.1	Thermal class	37
8.2	Reference coolant.....	37
8.3	Conditions for thermal tests	38
8.3.1	Electrical supply	38
8.3.2	Temperature of machine before test	38
8.3.3	Temperature of coolant.....	38
8.3.4	Measurement of coolant temperature during test	38
8.4	Temperature rise of a part of a machine.....	39
8.5	Methods of measurement of temperature	39
8.5.1	General	39
8.5.2	Resistance method	39
8.5.3	Embedded temperature detector (ETD) method	39
8.5.4	Thermometer method.....	39
8.6	Determination of winding temperature	39
8.6.1	Choice of method	39
8.6.2	Determination by resistance method	40
8.6.3	Determination by ETD method	42
8.6.4	Determination by thermometer method	42
8.7	Duration of thermal tests	43
8.7.1	Rating for continuous running duty	43
8.7.2	Rating for short-time duty	43
8.7.3	Rating for periodic duty.....	43
8.7.4	Ratings for non-periodic duty and for duty with discrete constant loads	43
8.8	Determination of the thermal equivalent time constant for machines of duty type S9	43
8.9	Measurement of bearing temperature.....	43
8.10	Limits of temperature and of temperature rise	44
8.10.1	General	44
8.10.2	Indirect cooled windings	44
8.10.3	Direct cooled windings.....	49
8.10.4	Adjustments to take account of hydrogen purity on test	50
8.10.5	Permanently short-circuited windings, magnetic cores and all structural components (other than bearings) whether or not in contact with insulation	50
8.10.6	Commutators and sliprings, open or enclosed and their brushes and brushgear	50
9	Other performance and tests	52

9.1	Routine tests.....	52
9.2	Withstand voltage test.....	53
9.3	Occasional excess current	55
9.3.1	General	55
9.3.2	Generators	56
9.3.3	Motors (except commutator motors and permanent magnet motors)	56
9.3.4	Commutator machines	56
9.4	Momentary excess torque for motors	56
9.4.1	Polyphase induction motors and d.c. motors	56
9.4.2	Polyphase synchronous motors	57
9.4.3	Other motors	57
9.5	Pull-up torque	57
9.6	Safe operating speed of cage induction motors	57
9.7	Overspeed	58
9.8	Short-circuit current for synchronous machines.....	59
9.9	Short-circuit withstand test for synchronous machines	59
9.10	Commutation test for commutator machines.....	60
9.11	Total harmonic distortion (<i>THD</i>) for synchronous machines	60
9.11.1	General	60
9.11.2	Limits	60
9.11.3	Tests	60
10	Rating plates	60
10.1	General.....	60
10.2	Marking.....	61
11	Miscellaneous requirements	62
11.1	Protective earthing of machines	62
11.2	Shaft-end key(s)	64
12	Tolerances	64
12.1	General.....	64
12.2	Tolerances on values of quantities	64
13	Electromagnetic compatibility (EMC)	66
13.1	General.....	66
13.2	Immunity.....	66
13.2.1	Machines not incorporating electronic circuits	66
13.2.2	Machines incorporating electronic circuits.....	67
13.3	Emission	67
13.4	Immunity tests	67
13.5	Emission measurements	67
14	Safety.....	67
	Annex A (informative) Guidance for the application of duty type S10 and for establishing the value of relative thermal life expectancy <i>TL</i>	69
	Annex B (informative) Electromagnetic compatibility (EMC) limits	70
	Bibliography.....	71
	Figure 1 – Continuous running duty – Duty type S1.....	16
	Figure 2 – Short-time duty – Duty type S2.....	17
	Figure 3 – Intermittent periodic duty – Duty type S3.....	18
	Figure 4 – Intermittent periodic duty with starting – Duty type S4	19

Figure 5 – Intermittent periodic duty with electric braking – Duty type S5	20
Figure 6 – Continuous operation periodic duty – Duty type S6	21
Figure 7 – Continuous operation periodic duty with electric braking – Duty type S7	22
Figure 8 – Continuous operation periodic duty with related load/speed changes – Duty type S8	23
Figure 9 – Duty with non-periodic load and speed variations – Duty type S9	24
Figure 10 – Duty with discrete constant loads – Duty type S10	26
Figure 11 – Voltage and frequency limits for generators.....	36
Figure 12 – Voltage and frequency limits for motors.....	36
Table 1 – Preferred voltage ratings	29
Table 2 – Unbalanced operating conditions for synchronous machines	33
Table 3 – CCC symbol designation.....	34
Table 4 – Primary functions of machines.....	35
Table 5 – Reference coolant (see also Table 11)	37
Table 6 – Time interval	41
Table 7 – Measuring points.....	44
Table 8 – Limits of temperature rise of windings indirectly cooled by air.....	46
Table 9 – Limits of temperature rise of windings indirectly cooled by hydrogen	47
Table 10 – Adjustments to limits of temperature rise at the operating site of indirect cooled windings to take account of non-reference operating conditions and ratings	48
Table 11 – Assumed maximum ambient temperature	49
Table 12 – Adjusted limits of temperature rise at the test site ($\Delta\theta_T$) for windings indirectly cooled by air to take account of test site operating conditions	50
Table 13 – Limits of temperature of directly cooled windings and their coolants	51
Table 14 – Adjustments to limits of temperature at the operating site for windings directly cooled by air or hydrogen to take account of non-reference operating conditions and ratings	51
Table 15 – Adjusted limits of temperature at the test site θ_T for windings directly cooled by air to take account of test site operating conditions	52
Table 16 – Minimum routine tests for machines assembled and tested in the factory of the manufacturer.....	53
Table 17 – Withstand voltage tests	54
Table 18 – Maximum safe operating speed (min^{-1}) of three-phase single-speed cage induction motors for voltages up to and including 1 000 V.....	58
Table 19 – Overspeeds	59
Table 20 – Cross-sectional areas of earthing conductors	64
Table 21 – Schedule of tolerances on values of quantities	65
Table B.1 – Electromagnetic emission limits per CISPR 11 Class B Group 1.....	70
Table B.2 – Electromagnetic emission limits per CISPR 11 Class A Group 1.....	70

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 1: Rating and performance

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60034-1 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery.

This thirteenth edition cancels and replaces the twelfth edition published in 2010. It constitutes a technical revision.

The main technical changes with regard to the previous edition are as follows:

Clause or subclause	Change
3.25	Shorter time to thermal equilibrium
5.5.2	Note on P-Q capability diagram for synchronous generators
6.4	Clarification added that other conditions can be agreed on
6.6	Clarification added that standstill is explicitly included; note added
7.1	Clarification on bus transfer or fast reclosing Capability to withstand impulse voltages in case of machines connected to a U converter
7.2.4	New Table 3 for identification code
7.3	Table 4 corrected to reflect current scope of IEC 60034-3
7.5	Voltage withstand level for machines connected to a converter
8.3.4	Measurement of ambient air temperature in case of open machines
8.6.3.4	Notes on ETD in the end windings of high voltage machines and on ETD use to monitor strand blockage in case of directly liquid cooled windings
8.10	Clarification on temperature limit Clarification on temperature difference between method R and method ETD Clarification that temperature limit acc. to method R must always be kept Note on measured temperature limits between methods R and ETD Table 8 and Table 11 extended incorporating thermal class 200 (N) Line 4c) of Table 8 restricted to field windings of DC machines Temperature limits in Table 8 changed according to 2/1737/DC and the comments received on this document Physically correct formula in Table 10, item 1b
9.1	Clarification on machines that are subject to routine testing
9.2	Separate withstand voltage testing of phases Clarification on frequency and time instant for withstand voltage test Note on leakage current during withstand voltage test Note referring to IEC 60027
10.2	Information on IVIC on rating plate or in documentation Clarification added to item f IC code and design letter for locked-rotor apparent power on rating plate
11.1	Clarification on cross-sectional area of earthing conductor for generators Note on grounding for small machines added
12.2	Tolerance on field current of synchronous machines added Tolerance on power factor applies also for PM synchronous machines operated directly at the lines Contradiction between tolerances on efficiency and on losses clarified
13.1	Changed as proposed by ACEC Note for large generators added
13.3	Changed as proposed by ACEC
13.5	Changed as proposed by ACEC
Annex B	DC power supply added

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
2/1857/FDIS	2/1863/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of the IEC 60034 series, published under the general title *Rotating electrical machines*, can be found on the IEC website.

NOTE A table of cross-references of all IEC TC 2 publications can be found in the IEC TC 2 dashboard on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 1: Rating and performance

1 Scope

This part of IEC 60034 is applicable to all rotating electrical machines except those covered by other IEC standards, for example, IEC 60349.

Machines within the scope of this document may also be subject to superseding, modifying or additional requirements in other standards, for example, IEC 60079 and IEC 60092.

NOTE If particular clauses of this document are modified to meet special applications, for example machines subject to radioactivity or machines for aerospace, all other clauses apply insofar as they are compatible.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60027-1, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 1: General*

IEC 60027-4, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 4: Rotating electric machines*

IEC 60034-2 (all parts), *Rotating electrical machines – Part 2: Standard methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles)*

IEC 60034-3, *Rotating electrical machines – Part 3: Specific requirements for synchronous generators driven by steam turbines or combustion gas turbines*

IEC 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

IEC 60034-6, *Rotating electrical machines – Part 6: Methods of cooling (IC code)*

IEC 60034-8, *Rotating electrical machines – Part 8: Terminal markings and direction of rotation*

IEC 60034-12:2016, *Rotating electrical machines – Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors*

IEC 60034-15, *Rotating electrical machines – Part 15: Impulse voltage withstand levels of form-wound stator coils for rotating a.c. machines*

IEC 60034-18 (all parts), *Rotating electrical machines – Part 18: Functional evaluation of insulation systems*

IEC 60034-18-41, *Rotating electrical machines – Part 18-41: Partial discharge free electrical insulation systems (Type I) used in rotating electrical machines fed from voltage converters – Qualification and quality control tests*

IEC TS 60034-25, *Rotating electrical machines – Part 25: AC electrical machines used in power drive systems – Application guide*

IEC 60034-29, *Rotating electrical machines – Part 29: Equivalent loading and superposition techniques – Indirect testing to determine temperature rise*

IEC 60034-30-1, *Rotating electrical machines – Part 30-1: Efficiency classes of line operated A.C. motors (IE-code)*

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60050-411:1996, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 411: Rotating machines*

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60072 (all parts), *Dimensions and output series for rotating electrical machines*

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

IEC 60204-1, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

IEC 60204-11, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV*

IEC 60335-1:2010, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 60445, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 61148, *Terminal markings for valve device stacks and assemblies and for power conversion equipment*

IEC 61293, *Marking of electrical equipment with ratings related to electrical supply – Safety requirements*

CISPR 11, *Industrial, scientific and medical equipment – Radiofrequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CISPR 14 (all parts), *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus*

CISPR 16 (all parts), *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	77
1 Domaine d'application	80
2 Références normatives	80
3 Termes et définitions	82
4 Services	86
4.1 Spécification du service	86
4.2 Services types	87
4.2.1 Service type S1 – Service continu	87
4.2.2 Service type S2 – Service temporaire	88
4.2.3 Service type S3 – Service intermittent périodique	89
4.2.4 Service type S4 – Service intermittent périodique à démarrage	90
4.2.5 Service type S5 – Service intermittent périodique à freinage électrique	91
4.2.6 Service type S6 – Service ininterrompu périodique	92
4.2.7 Service type S7 – Service ininterrompu périodique à freinage électrique	93
4.2.8 Service type S8 – Service ininterrompu périodique à changements liés de charge et de vitesse	94
4.2.9 Service type S9 – Service à variations non périodiques de charge et de vitesse	96
4.2.10 Service type S10 – Service avec charges et vitesses constantes discrètes	97
5 Caractéristiques assignées	99
5.1 Attribution des caractéristiques assignées	99
5.2 Classes de caractéristiques assignées	99
5.2.1 Caractéristiques assignées pour service continu	99
5.2.2 Caractéristiques assignées pour service temporaire	99
5.2.3 Caractéristiques assignées pour service périodique	99
5.2.4 Caractéristiques assignées pour service non périodique	99
5.2.5 Caractéristiques assignées pour service avec charges et vitesses constantes discrètes	100
5.2.6 Caractéristiques assignées pour charge équivalente	100
5.3 Choix d'une classe de caractéristiques assignées	100
5.4 Attribution de la puissance (utile) à une classe de caractéristiques assignées ...	101
5.5 Puissance (utile) assignée	101
5.5.1 Génératrices de courant continu	101
5.5.2 Alternateurs	101
5.5.3 Moteurs	101
5.5.4 Compensateurs synchrones	101
5.6 Tension assignée	101
5.6.1 Génératrices de courant continu	101
5.6.2 Alternateurs	101
5.7 Coordination des tensions et des puissances (utiles)	102
5.8 Machines ayant plus d'un ensemble de caractéristiques assignées	102
6 Conditions de fonctionnement sur site	102
6.1 Généralités	102
6.2 Altitude	102
6.3 Température maximale de l'air ambiant	102
6.4 Température minimale de l'air ambiant	103

6.5	Température de l'eau de refroidissement	103
6.6	Arrêt, stockage et transport.....	103
6.7	Pureté de l'hydrogène de refroidissement	103
7	Conditions de fonctionnement électriques.....	103
7.1	Alimentation électrique.....	103
7.2	Forme et symétrie des tensions et des courants	104
7.2.1	Moteurs à courant alternatif	104
7.2.2	Alternateurs	105
7.2.3	Machines synchrones	105
7.2.4	Moteurs à courant continu alimentés par convertisseurs statiques de puissance	106
7.3	Variations de tension et de fréquence en fonctionnement.....	107
7.4	Machines triphasées fonctionnant sur réseaux isolés	109
7.5	Niveaux de tenue en tension (crête et gradient)	110
8	Caractéristiques thermiques de fonctionnement et essais thermiques.....	110
8.1	Classe thermique	110
8.2	Fluide de refroidissement de référence	110
8.3	Conditions des essais thermiques	111
8.3.1	Alimentation électrique	111
8.3.2	Température de la machine avant l'essai	111
8.3.3	Température du fluide de refroidissement	112
8.3.4	Mesurage de la température du fluide de refroidissement au cours des essais	112
8.4	Échauffement d'un élément de machine	112
8.5	Méthodes de mesurage de la température	113
8.5.1	Généralités	113
8.5.2	Méthode par variation de résistance	113
8.5.3	Méthode par indicateurs internes de température (IIT)	113
8.5.4	Méthode par thermomètre	113
8.6	Détermination de la température d'enroulement	113
8.6.1	Choix de la méthode	113
8.6.2	Détermination par la méthode par variation de résistance	114
8.6.3	Détermination par la méthode par indicateurs internes de température (IIT)	116
8.6.4	Détermination par la méthode du thermomètre	116
8.7	Durée des essais thermiques	117
8.7.1	Caractéristiques assignées pour service continu.....	117
8.7.2	Caractéristiques assignées pour service temporaire	117
8.7.3	Caractéristiques assignées pour service périodique.....	117
8.7.4	Caractéristiques assignées pour service non périodique et caractéristiques assignées pour service avec charges constantes discrètes.....	117
8.8	Détermination de la constante de temps thermique équivalente des machines pour service type S9	117
8.9	Mesurage de la température des paliers	117
8.10	Limites d'échauffement et de température.....	118
8.10.1	Généralités	118
8.10.2	Enroulements à refroidissement indirect	118
8.10.3	Enroulements à refroidissement direct	124

8.10.4	Corrections pour tenir compte de la pureté de l'hydrogène au cours de l'essai	125
8.10.5	Enroulements continuellement fermés sur eux-mêmes, circuits magnétiques et tous éléments de structure (à l'exclusion des paliers), qu'ils soient ou non en contact direct avec une isolation	125
8.10.6	Collecteurs et bagues, ouverts ou enfermés, et leurs balais et porte-balais	125
9	Autres caractéristiques de fonctionnement et essais	128
9.1	Essais individuels de série	128
9.2	Essais de tension de tenue	129
9.3	Surintensité occasionnelle	132
9.3.1	Généralités	132
9.3.2	Génératrices	132
9.3.3	Moteurs (sauf les moteurs à collecteur et les moteurs à aimants permanents)	132
9.3.4	Machines à collecteur	133
9.4	Excès momentané de couple des moteurs	133
9.4.1	Moteurs à induction polyphasés et moteurs à courant continu	133
9.4.2	Moteurs synchrones polyphasés	134
9.4.3	Autres moteurs	134
9.5	Couple minimal pendant le démarrage	134
9.6	Vitesse de sécurité en fonctionnement des moteurs à induction à cage	134
9.7	Survitesse	135
9.8	Courant de court-circuit des machines synchrones	136
9.9	Essai de tenue au court-circuit des machines synchrones	136
9.10	Essai de commutation pour machines à collecteur	136
9.11	Distorsion harmonique totale (<i>THD</i>) pour machines synchrones	136
9.11.1	Généralités	136
9.11.2	Limites	136
9.11.3	Essais	137
10	Plaques signalétiques	137
10.1	Généralités	137
10.2	Marquage	137
11	Exigences diverses	139
11.1	Mise à la terre de protection des machines	139
11.2	Clavette(s) de bout d'arbre	141
12	Tolérances	141
12.1	Généralités	141
12.2	Tolérances sur les valeurs des grandeurs	141
13	Compatibilité électromagnétique (CEM)	143
13.1	Généralités	143
13.2	Immunité	144
13.2.1	Machines n'incorporant pas de circuit électronique	144
13.2.2	Machines incorporant des circuits électroniques	144
13.3	Émission	144
13.4	Essais d'immunité	144
13.5	Mesures des émissions	144
14	Sécurité	145

Annexe A (informative) Préconisations pour l'application du service type S10 et pour l'obtention de la valeur de l'espérance de vie thermique relative TL	146
Annexe B (informative) Limites de compatibilité électromagnétique (CEM)	147
Bibliographie.....	148
Figure 1 – Service continu – Service type S1	88
Figure 2 – Service temporaire – Service type S2.....	89
Figure 3 – Service intermittent périodique – Service type S3.....	90
Figure 4 – Service intermittent périodique à démarrage – Service type S4	91
Figure 5 – Service intermittent périodique à freinage électrique – Service type S5.....	92
Figure 6 – Service ininterrompu périodique – Service type S6.....	93
Figure 7 – Service ininterrompu périodique à freinage électrique – Service type S7.....	94
Figure 8 – Service ininterrompu périodique à changements liés de charge et de vitesse – Service type S8.....	95
Figure 9 – Service à variations non périodiques de charge et de vitesse – Service type S9 ..	96
Figure 10 – Service avec charges constantes discrètes – Service type S10	98
Figure 11 – Valeurs limites de tension et fréquence pour les alternateurs	109
Figure 12 – Valeurs limites de tension et fréquence pour les moteurs	109
Tableau 1 – Tensions assignées préférentielles.....	102
Tableau 2 – Conditions de fonctionnement déséquilibrées pour les machines synchrones	106
Tableau 3 – Désignation du symbole CCC	107
Tableau 4 – Fonctions principales des machines	108
Tableau 5 – Fluide de refroidissement de référence (voir aussi le Tableau 11)	111
Tableau 6 – Délai.....	115
Tableau 7 – Points de mesure	118
Tableau 8 – Limites d'échauffement des enroulements à refroidissement indirect par l'air ..	120
Tableau 9 – Limites d'échauffement des enroulements à refroidissement indirect par hydrogène.....	122
Tableau 10 – Corrections aux limites des échauffements sur le site de fonctionnement des enroulements à refroidissement indirect pour tenir compte de conditions de fonctionnement et de caractéristiques assignées qui ne sont pas celles de référence	123
Tableau 11 – Températures ambiantes maximales présumées.....	124
Tableau 12 – Limites corrigées des échauffements sur le site d'essai ($\Delta\theta_T$) des enroulements à refroidissement indirect par air pour tenir compte des conditions de fonctionnement sur le site d'essai	126
Tableau 13 – Limites des températures des enroulements à refroidissement direct et de leurs fluides de refroidissement.....	127
Tableau 14 – Corrections aux limites de température sur le site de fonctionnement pour les enroulements à refroidissement direct par air ou hydrogène pour tenir compte de conditions de fonctionnement et de caractéristiques assignées qui ne sont pas celles de référence	128
Tableau 15 – Limites corrigées de température sur le site d'essai θ_T pour les enroulements à refroidissement direct par air pour tenir compte des conditions de fonctionnement sur le site d'essai	128
Tableau 16 – Essais individuels de série minimaux pour les machines assemblées et soumises à essai dans l'installation du constructeur	129

Tableau 17 – Essais de tension de tenue.....	131
Tableau 18 – Vitesse maximale de sécurité en fonctionnement (min^{-1}) des moteurs triphasés à induction à cage, à une seule vitesse pour des tensions d'alimentation inférieures ou égales à 1 000 V	134
Tableau 19 – Survitesses.....	135
Tableau 20 – Section des conducteurs de terre	141
Tableau 21 – Nomenclature des tolérances sur les valeurs des grandeurs.....	142
Tableau B.1 – Limites d'émission électromagnétique selon la CISPR 11, Classe B, Groupe 1	147
Tableau B.2 – Limites d'émission électromagnétique selon la CISPR 11, Classe A, Groupe 1	147

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60034-1 a été établie par le comité d'études 2 de l'IEC: Machines tournantes.

Cette treizième édition annule et remplace la douzième édition publiée en 2010. Elle constitue une révision technique.

Les principales modifications techniques par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

Article ou paragraphe	Modifications
3.25	Durée plus courte pour atteindre l'équilibre thermique
5.5.2	Note sur le diagramme de capacité P-Q des alternateurs synchrones
6.4	Clarification ajoutée indiquant que d'autres conditions peuvent faire l'objet d'un accord
6.6	Clarification ajoutée indiquant que l'arrêt est inclus de façon explicite; note ajoutée
7.1	Clarification sur le transfert par bus ou le réenclenchement rapide Capacité de tenue aux tensions de chocs lorsque les machines sont connectées à un convertisseur U
7.2.4	Nouveau Tableau 3 pour le code d'identification
7.3	Tableau 4 corrigé pour refléter le domaine d'application courant de l'IEC 60034-3
7.5	Niveau de tenue en tension pour les machines connectées à un convertisseur
8.3.4	Mesure de la température de l'air ambiant dans le cas des machines ouvertes
8.6.3.4	Notes sur les IIT (indicateurs internes de température) dans les développantes des machines haute tension et sur l'utilisation des IIT pour surveiller le blocage de brins dans le cas des enroulements à refroidissement direct par un liquide
8.10	Clarification sur la limite de température Clarification sur la différence de température entre la méthode R et la méthode IIT Clarification indiquant que la limite de température selon la méthode R doit toujours être maintenue Note sur les limites de température mesurées entre les méthodes R et IIT Tableau 8 et Tableau 11 étendus pour incorporer la classe thermique 200 (N) Ligne 4c) du Tableau 8 restreinte aux enroulements d'excitation à courant continu des machines à courant continu (c.c.) Limites de température dans le Tableau 8 modifiées selon le document 2/1737/DC et les commentaires reçus concernant ce document
9.1	Formule physiquement correcte dans le Tableau 10, point 1b Clarification sur les machines soumises aux essais individuels de série
9.2	Essais séparés de tension de tenue des phases Clarification sur la fréquence et l'instant pour l'essai de tension de tenue Note sur le courant de fuite pendant l'essai de tension de tenue Note faisant référence à l'IEC 60027
10.2	Informations relatives à l'IVIC («impulse voltage insulation class» c'est-à-dire «classe d'isolation de la tension impulsionnelle») sur la plaque signalétique ou dans la documentation Clarification ajoutée au point f) Lettre de code IC et de conception pour la puissance apparente à rotor bloqué sur la plaque signalétique
11.1	Clarification sur la section du conducteur de mise à la terre pour les générateurs Note ajoutée sur la mise à la terre pour les petites machines
12.2	Tolérance ajoutée sur le courant de champ des machines synchrones La tolérance sur le facteur de puissance s'applique aussi pour les machines synchrones à aimants permanents (PM «permanent magnet») fonctionnant directement aux phases Contradiction clarifiée entre les tolérances sur le rendement et sur les pertes
13.1	Modifié selon la proposition de l'ACEC («Advisory Committee on Electromagnetic Compatibility») (Comité consultatif de la compatibilité électromagnétique) Note ajoutée pour les gros générateurs
13.3	Modifié selon la proposition de l'ACEC
13.5	Modifié selon la proposition de l'ACEC
Annexe B	Alimentation en courant continu ajoutée

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
2/1857/FDIS	2/1863/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60034, publiées sous le titre général *Machines électriques tournantes*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

NOTE Un tableau de références croisées de toutes les publications du CE 2 de l'IEC est donné sur le tableau de bord du CE 2 sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60034 est applicable à toutes les machines électriques tournantes, excepté celles qui sont couvertes par d'autres normes IEC, par exemple l'IEC 60349.

Les machines comprises dans le domaine d'application du présent document peuvent également être soumises à des exigences nouvelles, modifiées ou complémentaires figurant dans d'autres normes, par exemple, les séries IEC 60079 et IEC 60092.

NOTE Si certains articles du présent document sont modifiés afin de permettre des applications spéciales, par exemple pour les machines soumises à la radioactivité ou les machines aérospatiales, tous les autres articles s'appliquent dans la mesure où ils sont compatibles.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60027-1, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique – Partie 1: Généralités*

IEC 60027-4, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique – Partie 4: Machines électriques tournantes*

IEC 60034-2 (toutes les parties), *Machines électriques tournantes – Partie 2: Méthodes normalisées pour la détermination des pertes et du rendement à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction)*

IEC 60034-3, *Machines électriques tournantes – Partie 3: Règles spécifiques pour les alternateurs synchrones entraînés par turbines à vapeur ou par turbines à gaz à combustion*

IEC 60034-5, *Machines électriques tournantes – Partie 5: Degrés de protection procurés par la conception intégrale des machines électriques tournantes (code IP) – Classification*

IEC 60034-6, *Machines électriques tournantes – Partie 6: Modes de refroidissement (code IC)*

IEC 60034-8, *Machines électriques tournantes – Partie 8: Marques d'extrémité et sens de rotation*

IEC 60034-12:2016, *Machines électriques tournantes – Partie 12: Caractéristiques de démarrage des moteurs triphasés à induction à cage à une seule vitesse*

IEC 60034-15, *Machines électriques tournantes – Partie 15: Niveaux de tenue au choc électrique des bobines de stator préformées des machines tournantes à courant alternatif*

IEC 60034-18 (toutes les parties), *Machines électriques tournantes – Partie 18: Évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation*

IEC 60034-18-41, *Machines électriques tournantes – Partie 18-41: Systèmes d'isolation électrique sans décharge partielle (Type I) utilisés dans des machines électriques tournantes alimentées par des convertisseurs de tension – Essais de qualification et de contrôle qualité*

IEC TS 60034-25, *Machines électriques tournantes – Partie 25: Machines électriques à courant alternatif utilisées dans les entraînements électriques de puissance – Guide d'application*

IEC 60034-29, *Machines électriques tournantes – Partie 29: Techniques par charge équivalente et par superposition – Essais indirects pour déterminer l'échauffement*

IEC 60034-30-1, *Machines électriques tournantes – Partie 30-1: Classes de rendement pour les moteurs à courant alternatif alimentés par le réseau (code IE)*

IEC 60038, *Tensions normales de la CEI*

IEC 60050-411:1996, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 411: Machines tournantes*

IEC 60060-1, *Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60072 (toutes les parties), *Dimensions et séries de puissances des machines électriques tournantes*

IEC 60085, *Isolation électrique – Évaluation et désignation thermiques*

IEC 60204-1, *Sécurité des machines – Équipement électrique des machines – Partie 1: Règles générales*

IEC 60204-11, *Sécurité des machines – Équipement électrique des machines – Partie 11: Prescriptions pour les équipements HT fonctionnant à des tensions supérieures à 1 000 V c.a. ou 1 500 V c.c. et ne dépassant pas 36 kV*

IEC 60335-1:2010, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60445, *Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification – Identification des bornes de matériels, des extrémités de conducteurs et des conducteurs*

IEC 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 61148, *Marquage des bornes de blocs et d'ensembles d'éléments de valve et d'équipement de conversion de puissance*

IEC 61293, *Marquage des matériels électriques avec des caractéristiques assignées relatives à l'alimentation électrique – Prescriptions de sécurité*

CISPR 11, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 14 (toutes les parties), *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électrodomestiques, outillages électriques et appareils analogues*

CISPR 16 (toutes les parties), *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*